

Исследование эффекта генерации нанокпель жидкости пьрозлектрическим методом для устройств микрофлюидики

Д. В. Зорихин, А. Р. Ахматханов, И. С. Батурин, В. Я. Шур

Лаборатория сегнетоэлектриков, Уральский госуниверситет им. А.М. Горького
пр. Ленина, 51, 620000 Екатеринбург, Россия
zorikhin@labfer.usu.ru

Исследован эффект генерации капелъ жидкости нано- и пико-литрового объема путем их отделения от макро капли под действием пьрозлектрического поля, создаваемого импульсным локальным нагревом монокристаллической пластины ниобата лития (LN).

Разделение капелъ больших объемов на более малые для их последующего анализа является одной из актуальных проблем микрофлюидики, для решения которой используют шприцы и пипетки. Главными недостатками этих методов являются низкая скорость работы, а также ограничения по минимальным объемам жидкости для анализа. В данной работе рассматривается бесконтактный метод разделения капелъ под действием пространственно неоднородных пьрозлектрических полей, возникающих при локальном изменении температуры монокристаллов ниобата лития.

Сегнетоэлектрический кристалл LN является широко используемым пьрозлектриком. Изменение температуры кристалла LN приводит к появлению электрических полей за счет запаздывания процессов объемного экранирования. Под действием пространственно неоднородного электрического поля, возникающего в результате локального изменения температуры, за счет электрогидродинамического эффекта поверхность жидкости приобретает коническую форму и, при достижении критических значений поля, образуется микроструя, которая достигает поверхности пластины LN. Этот процесс позволяет прецизионно дозировать жидкость и осаждать на подложку капли объемом от нано- до пиколитров [1].

Для изучения и оптимизации параметров эффекта в данной работе использовались: нагревательный элемент; пластины монокристаллического конгруэнтного ниобата лития толщиной 0.5 мм и подложка из стекла, на которой располагалась капля силиконового масла. В качестве нагревательного элемента использовалась лазерная система для обработки материалов VL-300/400 на основе инфракрасного CO₂ лазера с пиковой мощностью до 40 Вт и длиной волны излучения 10,6 мкм. Дополнительно проводились исследования при локальном резистивном нагреве пластины. Использование системы высокоскоростной видеосъемки позволило исследовать кинетику процесса с высоким разрешением по времени. Исследовалась зависимость параметров капелъ от длительности импульсов, плотности энергии и размеров облученной зоны

Исследована зависимость параметров отделяемых капелъ от взаимного расположения точки нагрева пластины LN и капли силиконового масла. Произведены исследования эффекта при нагреве пластины LN с специально созданной доменной структурой, которая создавалась путем приложения внешнего электрического поля через систему окон в фоторезисте на поверхности, созданную методами фотолитографии. Показано, в частности, что создание определенной доменной структуры позволяет реализовать одновременную генерацию нескольких капелъ за один цикл нагрева/охлаждения пластины.

Изучен эффект формирования упорядоченных структур, состоящих из нанокпель в результате сканирования лазерным пучком по поверхности пластины. Обсуждаются механизмы образования пьрозлектрических полей и их пространственного распределения.

1. P. Ferraro, S. Coppola, S. Grilli *et al*, *Nature Nanotechnology* **5**, 429 (2010)